

대한민국 특허청  
KOREAN INTELLECTUAL  
PROPERTY OFFICE

별첨 사본은 아래 출원의 원본과 동일함을 증명함.

This is to certify that the following application annexed hereto  
is a true copy from the records of the Korean Intellectual  
Property Office.

출원번호 : 10-2002-0056390  
Application Number

출원년월일 : 2002년 09월 17일  
Date of Application SEP 17, 2002

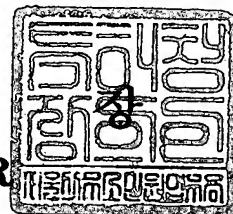
출원인 : 주식회사 무한  
Applicant(s) MooHan Co., Ltd.



2003      년      07      월      23      일

특      허      청

COMMISSIONER



## 【서지사항】

【서류명】	특허출원서
【권리구분】	특허
【수신처】	특허청장
【제출일자】	2002.09.17
【발명의 명칭】	반도체소자 제조용 원자층 증착 장치 및 원자층 증착 방법
【발명의 영문명칭】	ALD equament and ALD methode
【출원인】	
【명칭】	주식회사 무한
【출원인코드】	1-1999-035358-2
【대리인】	
【성명】	이후동
【대리인코드】	9-1998-000649-0
【포괄위임등록번호】	2002-024552-1
【대리인】	
【성명】	신경호
【대리인코드】	9-1999-000326-6
【포괄위임등록번호】	2002-024553-8
【발명자】	
【성명의 국문표기】	신철호
【성명의 영문표기】	SHIN,Cheol Ho
【주민등록번호】	611116-1122411
【우편번호】	330-090
【주소】	충청남도 천안시 쌍용동 월봉벽산태영아파트 103-1504
【국적】	KR
【발명자】	
【성명의 국문표기】	조병하
【성명의 영문표기】	CHO,Byoung Ha
【주민등록번호】	720214-1400317
【우편번호】	306-761
【주소】	대전광역시 대덕구 읍내동 54 현대아파트 108-101
【국적】	KR

## 【발명자】

【성명의 국문표기】

심상태

【성명의 영문표기】

SIM, Sang Tae

【주민등록번호】

711020-1476818

【우편번호】

360-804

【주소】

충청북도 청주시 상당구 내덕동 82-37 그린타운 4동 203호

【국적】

KR

## 【발명자】

【성명의 국문표기】

김정수

【성명의 영문표기】

KIM, Jung Soo

【주민등록번호】

620303-1818715

【우편번호】

330-941

【주소】

충청남도 천안시 신부동 85 대아아파트 104-1409

【국적】

KR

## 【발명자】

【성명의 국문표기】

이원형

【성명의 영문표기】

LEE, Won Hyung

【주민등록번호】

640529-1398911

【우편번호】

330-941

【주소】

충청남도 천안시 신부동 85 대아아파트 103-1104

【국적】

KR

## 【발명자】

【성명의 국문표기】

김대식

【성명의 영문표기】

KIM, Dae Sik

【주민등록번호】

760921-1095118

【우편번호】

604-815

【주소】

부산광역시 사하구 괴정1동 803-4번지 6/2

【국적】

KR

## 【심사청구】

청구

## 【취지】

특허법 제42조의 규정에 의한 출원, 특허법 제60조의 규정에 의한 출원심사를 청구합니다. 대리인  
 이후동 (인) 대리인  
 신경호 (인)

**【수수료】**

【기본출원료】 20 면 29,000 원

【가산출원료】 20 면 20,000 원

【우선권주장료】 0 건 0 원

【심사청구료】 13 항 525,000 원

【합계】 574,000 원

【감면사유】 소기업 (70%감면)

【감면후 수수료】 172,200 원

【첨부서류】 1. 요약서·명세서(도면)\_1통

**【요약서】****【요약】**

본 발명은 반도체 소자 제조용 원자층 증착 장치 및 증착 방법에 관한 것으로, 특히 반응 기체 분사 장치가 고정된 위치에서 제 1 반응 기체와 플라즈마로 여기된 제 2 반응 기체를 연속적으로 분사하는 가운데 웨이퍼가 안착된 회전 디스크부가 회전하며 연속적으로 원자층 형성 공정이 이루어지는 플라즈마를 이용한 원자층 형성 방법으로서, 플라즈마를 이용한 원자층 증착 장치는 증착 반응이 이루어지도록 내부에 반응실을 형성하는 하우징과, 상기 하우징 내부에 설치되어 웨이퍼가 수용된 다수의 서셉터를 상부에 안착시켜 이동시키는 회전 디스크부와, 상기 회전 디스크부의 상부에 위치하며 제1 반응 기체 분사기, 제 2 반응 기체 분사기, 불활성 기체 분사기가 교번적으로 설치되어 웨이퍼가 수용된 상기 반응실내로 기체를 공급하는 기체 공급부와, 상기 회전 디스크부의 주위로 형성된 기체 배출부 및 제2 반응기체를 플라즈마 여기시키는 플라즈마 발생기로 구성되어지며, 웨이퍼를 회전시키는 가운데 반응기내에 모든 반응기체를 동시에 일정하게 공급함으로써 공정의 안정성을 확보할 수 있고, 빈번한 밸브 동작과 플라즈마 시스템의 파워 동작이 필요치 않도록 하여 장비의 내구 수명을 증가시킬 수 있다.

**【대표도】**

도 4

**【명세서】****【발명의 명칭】**

반도체소자 제조용 원자층 증착 장치 및 원자층 증착 방법{ALD equament and ALD methode}

**【도면의 간단한 설명】**

도 1a 내지 도 1e는 ALD 방법을 설명하기 위한 개략도.

도 2는 종래 ALD 장치의 개략도로서, 2는 종래 기술에 따른 원자층 증착 장치의 개략적인 단면도.

도 3은 종래 ALD 공정 순서에 따른 가스 유량 그래프도.

도 4는 본 발명에 따른 ALD 장치의 개략도.

도 5는 도 4에서의 회전 디스크부의 개략도.

도 6은 도 4에서의 가스 분사부의 개략도.

도 7은 도 4 장치의 동작상태에서의 회전 디스크부와 가스 분사부를 동시에 도시한 개략도.

도 8은 본 발명에 따른 ALD 공정의 프로우 차트도.

도 9는 본 발명에 따른 ALD 공정 순서에 따른 가스유량 그래프도.

도 10a 내지 도 10d는 도 5의 회전디스크부의 ALD 공정중의 평면도.

도 11은 본 발명의 다른 실시예에 사용되는 가스 분사부의 평면도.

도 12는 도 11의 전자 분사용암과 연결된 전자샤워기의 개략도.

< 도면의 주요 부분에 대한 부호의 설명 >

10, 24, 124 : 웨이퍼	12 : 제1 반응기체
14 : 제2 반응기체	20 : 진공챔버
22 : 베이스	26 : 가스 흡기구
28 : 가스 배기구	30 : 가스 공급부
32, 161 : 제1 반응기체용기	34, 162 : 제2 반응기체용기
36, 163 : 퍼지가스용기	37, 38, 39, 164, 165, 166 : 밸브
100 : 하우징	120 : 회전디스크부
122 : 서셉터	126 : 회전 디스크 구동부
140 : 가스 분사부	142 : 디스크
144,145,146 : 암	147 : 분사구
149 : 퍼지가스 배출구	160 : 가스 공급부
180 : 플라즈마 시스템	190 : 가스 배출구

### 【발명의 상세한 설명】

### 【발명의 목적】

### 【발명이 속하는 기술분야 및 그 분야의 종래기술】

<26> 본 발명은 반도체 소자 제조용 원자층 증착(Atomic Layer Deposition : 이하, ALD라 칭함) 장치 및 ALD 방법에 관한 것으로, 특히 가스공급부를 개선하여 종래 ALD 장치의 낮은 생산성을 개선하고, 반응기 내로 보다 균일하게 가스들을 공급할 수 있고, 저온공정이 가능하며, 박막의 물성을 개선할 수 있는 ALD 장치 및 ALD 방법에 관한 것이다.

- <27> 일반적인 반도체 소자의 제조 공정에서는 반도체 기판상에 각종 박막을 증착하는 방법으로 물리적 증착 방법인 스퍼터링 방법을 많이 사용하였으나, 스퍼터링 방법은 기판 표면에 단차가 형성되어 있는 경우 표면을 원만하게 덮어주는 단차피복성 (step coverage)이 떨어진다. 이에 따라 최근에는 금속 유기물 전구체를 사용한 화학기상증착 (Chemical Vapor Deposition; 이하 CVD라 칭함)법이 널리 이용되고 있다.
- <28> 그러나, CVD 장치를 이용한 박막 형성 방법은 단차피복성이 우수하고 생산성이 높은 장점을 가지고 있는 반면에, 박막의 형성 온도가 높고, 두께를 수 Å 단위로 정밀하게 제어할 수 없는 문제점을 가지고 있다. 또한 두 가지 이상의 반응 가스가 동시에 반응기 내부로 공급되어 기체 상태에서 반응을 일으키므로 이 과정에서 오염원이 되는 입자가 생길 수도 있다.
- <29> 최근 반도체 공정이 더욱 미세화 되면서 박막의 두께가 얇아져 이들의 정밀한 제어가 필요하게 되고, 특히 반도체 소자의 유전막, 액정 표시 소자의 투명한 도전체 또는 전자 발광 박막 표시 소자(electroluminescent thin film display)의 보호층 등 다양한 부분에서 CVD의 이러한 한계를 극복하기 위하여, 원자층 단위의 미소한 두께를 가지는 박막을 형성하는 방법으로서 ALD 방법이 제안되었다.
- <30> 이러한 ALD 방법은 기판(웨이퍼)에 각각의 반응물을 분리 주입하여 반응물 (reactant)이 화학적으로 기판 표면에 포화 흡착되는 반응 사이클을 수차례 반복하여 박막을 형성하는 방법이다.
- <31> 상기 ALD법에 의한 박막증착 과정 및 원리에 대해 설명하기로 한다.



- <32> 도 1a 및 도 1e은 ALD 방법을 설명하기 위한 개략도로서, 두차례의 ALD 공정으로 박막을 형성하는 예이다.
- <33> 먼저, 반응기 내부에 준비되어진 반도체기판인 웨이퍼(10) 상부에 제1 반응기체(12)를 공급한다. 이때 상기 제1 반응기체(12)는 웨이퍼(10) 상부의 표면과 반응을 하여 포화 상태가 될 때까지 화학 흡착한다. (도 1a, 1b 참조).
- <34> 그다음 제1 반응기체(12)와 웨이퍼(10) 상부 표면간의 반응이 포화상태를 이루게 되면, 과잉의 제1 반응기체(12)는 더 이상 반응을 하지 않게 된다. 이 상태에서 불활성 기체(도시되지않음)를 사용하여 과잉의 상기 제1 반응기체(12)를 반응기의 외부로 빠져 나가게 하여 제거한다. (도 1c 참조).
- <35> 그후, 반응기 내부에서 제1 반응기체(12)가 완전히 제거되면, 제2 반응기체(14)가 웨이퍼(10)의 상부에 공급되어지며, 공급된 제2 반응기체(14)는 웨이퍼(10) 상부 표면과 반응하여 화학 흡착하게 된다. 이때 반도체기판(10) 표면에는 제1 및 제2 반응기체(12,14)가 화학 결합하여 목표하던 물질 박막이 원자층 단위로 형성된다. (도 1d 참조).
- <36> 그다음 제2 반응기체(14)와 기판 표면간의 반응이 포화상태를 이루게 되면, 과잉의 제2 반응기체(14)는 더 이상 반응을 하지 않게 되므로 이 상태에서 다시 불활성 기체를 사용하여 과잉의 제2 반응기체(14)를 반응기의 외부로 제거한다.(도 1e 참조).
- <37> 상기 도 1a 에서부터 도 1e 까지의 과정이 하나의 사이클을 형성하며, 이러한 사이클을 반복하여 원하는 두께의 원자층 박막을 성장시킬 수 있다.

- <38> 한편, 상기와 같이 기판 상부로 공급되어 기판의 표면과 상호 반응하여 화학 흡착이 이루어지는 반응기체를 교번적으로 공급하기 위한 방법으로 가장 많이 사용되어지는 방법이 밸브 제어 장치를 사용하는 방법이다.
- <39> 도 2는 종래 ALD 장치의 개략도로서, 웨이퍼의 운동등에 관한 부분은 생략되어있다.
- <40> 먼저, 반응기가 되는 진공챔버(20)와, 상기 진공챔버(20)의 내부에서 상하로 움직이며 그 상부면에 웨이퍼(24)가 탑재되는 베이스(22)와, 상기 진공챔버(20)의 일측에 설치되어 있는 가스 흡기구(26)와, 상기 진공챔버(20)의 타측에 설치되어 있는 가스 배기구(28)와, 상기 가스 흡기구(26)와 연결되어 있는 가스 공급부(30)로 구성되어 있으며, 상기 베이스(22)의 내부에는 히터가 내장되어있다.
- <41> 여기서 상기 가스 공급부(30)는 형성하고자하는 박막의 종류에 따라 제1 및 제 2 반응기체용기(32,34)와 불활성 가스인 퍼지가스용기(36)가 구비되고, 각각의 용기에는 유량을 조절하기 위한 밸브들(37,38,39)이 구비되어있다.
- <42> 따라서 상기의 ALD 장치로 도 1a 내지 도 1e의 공정을 진행하기 위하여는 도 3과 같은 공정 사이클을 진행하여야한다.
- <43> 먼저, 제1 반응기체용기(32)의 제1 밸브(37)만이 열려져 진공챔버(20)로 제1 반응기체를 공급하여 웨이퍼상에 흡착이 완료되면 제1밸브(37)를 닫고, 제3 밸브(39)를 개방하여 퍼지 가스를 흘려준다.
- <44> 그다음 상기 제1 반응기체가 완전히 제거된 후, 상기 제3밸브(39)를 닫고, 제2 반응기체용기(34)의 제2 밸브(38)를 개방하여 웨이퍼(24) 상에서 반응이 완료되어 박막이

형성되면 다시 제2 밸브(38)를 닫고, 제3 밸브(39)를 개방하여 퍼지 가스를 흘려주어 한 사이클의 공정을 완료하며, 이를 다수번 진행하여 원하는 두께의 박막을 형성한다. (도 3 참조).

- <45>       상기와 같은 종래 ALD 장치를 사용하여 박막을 증착하는 공정에는 여러 가지 제약 조건이 따르며, 이는 ALD 방법의 원리상 불가피한 부분이기도 하다.
- <46>       즉 일차로 반도체 기판상에 흡착되어 있는 제1 반응기체를 제2 반응기체와 반응시키는 공정은 제1 반응기체가 기판에서 분해되지 않는 낮은 온도 범위에서 진행되어야 하며, 이 온도에서 화학 반응이 일어나기 위해서는 제2 반응기체의 반응성이 매우 커야 하므로 반응 물질의 선택 폭이 제한된다.
- <47>       예를들어 유전체나 전극으로 사용되는 금속 산화물 형성 공정에서는 반응성이 큰 제2 반응기체로서 물, 오존 등이 주로 사용되는데 이 재료들에서 문제가 발생된다.
- <48>       상기 물은 반응챔버 내에 흡착하여 쉽게 배기되지 않기 때문에 퍼지 시간이 길어져 생산성이 저하되고, 오염원인 파티클이 발생하여 박막의 균일도 및 신뢰성이 저하되는 문제가 있으며, 오존을 제2 반응기체로 사용할 경우, 오존은 반응성이 높아서 반응챔버 까지 유도하는데 어려운 문제가 있다.
- <49>       또한 금속 질화막 형성 공정에서는 제2 반응기체로 주로 암모니아( $\text{NH}_3$ )가 사용되지만, 암모니아는 기판 이외의 부위에도 쉽게 흡착되어 제거하기 어렵고, 완전히 제거되지 않을 경우 다음 사이클의 반응기체와 기상 반응하여 파티클의 원인이 되고 박막내의 불순물 양을 증가시키게 된다.

- <50> 더욱이 ALD 방법으로는 W, Al, Cu, Pt, Ir, Ru 등의 단원소 물질을 증착하기가 매우 어렵다.
- <51> 따라서 근래에는 상기의 문제점들을 극복하기 위해서, 플라즈마를 이용하는 플러즈마 유도 ALD(Plasma enhanced ALD; 이하 PEALD 라 칭함) 방법이 개발되었다.
- <52> 상기의 PEALD 방법은 플라즈마에 의해 여기된 제2 반응기체를 반응챔버에 공급하는 ALD 방법이다.
- <53> 도 3은 종래 ALD 공정 순서에 따른 가스 공급 그래프이다.
- <54> 먼저, 웨이퍼가 구비된 반응챔버에 제1 반응기체를 공급하여 웨이퍼 표면에 흡착시킨 뒤, 퍼지 기체를 공급하여 잔류한 제1 반응기체를 반응챔버에서 제거한 후, 플라즈마 발생기에 의해 여기된 제2 반응기체를 반응챔버로 공급하여 기판 위에 흡착된 제1 반응기체와의 반응을 촉진한다.
- <55> 그다음 플라즈마 발생을 중단시키고, 제2 반응기체의 공급을 중단한 후, 퍼지 기체로 잔류한 제 2 반응 기체를 씻어 낸다.
- <56> 이와 같은 PEALD 방법은 제1 반응기체와 제2 반응기체 간의 반응성이 낮더라도 제2 반응기체가 플라즈마로 활성화되므로 ALD 방법을 용이하게 적용할 수 있다. 그러나, 제1 반응기체를 공급할 때, 플라즈마 발생기의 전원을 켜면 제1 반응기체가 기체 상태에서 분해되기 때문에 입자 오염이 발생하거나 단차 피복성이 나빠질 수 있다. 따라서 제 1 반응 기체를 공급할 때에는 플라즈마 발생기의 전원을 끄고, 제 2 반응 기체를 공급할 때에는 플라즈마 전원을 켜는 방식으로 플라즈마 발생기에 공급되는 전원을 기체 공급 주기와 동기화(synchronization)하는 것이 유리하다.

<57>        상기의 PEALD 방법은 제1 반응기체와 플라즈마로 여기되어진 제2 반응기체를 반응기내로 시간차를 두고 공급하기 위해서 다수의 밸브를 복잡한 여러 과정을 통하여 조작하는 방식이 사용되며, 이러한 방법은 밸브의 잦은 동작으로 밸브의 수명을 급격히 단축시키고, 반응챔버 내로 공급되어지는 각각의 반응기체의 양과 퍼지가스의 공급 양이 서로 달라 반응챔버 내의 압력이 수시로 변화하여 공정의 안정성이 감소하는 단점을 지니고 있다.

<58>        즉, 상기 PEALD 방법에 사용되는 장치는 밸브와 플라즈마 시스템등이 복잡하게 설계되어지고, 빈번한 온/오프 동작에 의해 밸브와 플라즈마시스템의 수명을 단축시키며, 이에 따라 장비의 유지 보수 비용을 증가시킬 뿐만아니라, 장비 보수에 따른 장비의 셧다운 (shot down) 시간을 증가시키는 문제점을 안고 있다.

<59>        또한 PEALD에서는 플라즈마 발생기 때문에 반응 기체의 유량을 전자적으로 제어하는 유량조절기(MFC ; Mass Flow Control)를 사용할 수 없고, 밸브를 온/오프 동작에서의 시간 지연 및 동작 속도 지연등과 같은 문제점이 나타난다.

<60>        따라서, 반응 기체의 정확한 유량을 제어하기 어렵기 때문에 ALD 공정의 안정성을 확보할 수 없게 된다.

#### 【발명이 이루고자 하는 기술적 과제】

<61>        본 발명은 상기와 같은 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 본 발명의 목적은 반응기체의 공급을 안정적으로 시행하여 박막의 균일성 및 막질을 향상시킬 수 있는 ALD 장치를 제공함에 있다.

<62> 본 발명의 다른 목적은 밸브나 플라즈마 발생장치의 빈번한 온/오프를 방지하여 장비의 손상을 방지하고, 그에 따른 유지 보수 시간 및 비용을 절감할 수 있는 ALD 장치를 제공함에 있다.

<63> 본 발명의 또 다른 목적은 모든 필요 가스를 동시에 연속적으로 공급하여 밸브 동작에 따른 시간 지연이나 유량의 미세 변화등을 방지하여 공정 속도를 증가시키고, 공정 안정성을 향상시키며, 플라즈마 발생장치의 온/오프 동작을 최소화하여 그에 따른 장비 손상이나 막질 저하를 방지할 수 있는 ALD 장치를 제공함에 있다.

<64> 본 발명의 또 다른 목적은 여러장의 기판을 동시에 ALD 작업하여 생산성을 증가시킬 수 있는 ALD 장치를 제공함에 있다.

#### 【발명의 구성 및 작용】

<65> 상기와 같은 목적을 달성하기 위한 본 발명에 따른 ALD 장치의 특징은,

<66> 증착반응이 이루어지도록 내부에 반응실이 형성되는 하우징과,

<67> 상기 하우징 내부에 설치되어 웨이퍼가 수용된 다수의 서셉터를 상부에 안착시켜 이동시키는 회전 디스크부와,

<68> 상기 회전 디스크부의 상부에 위치하며 하우징의 상부에 안착되며, 원형 디스크의 하부에 제1 반응기체 분사기와 제2 반응기체 분사기 및 불활성 기체 분사기가 설치되어 상기 하우징내로 가스를 분사시키는 가스 분사부와,

<69> 상기 기체분사부와 연결되어 제1 및 제2반응기체와 퍼지가스를 공급하는 가스 공급부와,

<70> 상기 회전 디스크부의 주위에 형성되어 있는 기체 배출구와,

- <71>        상기 제2 반응기체를 플라즈마 시킬 수 있는 플라즈마 발생기를 포함한다.
- <72>        또한 본 발명의 다른 특징은, 상기 가스분사부는 반응기체 분사기와 불활성 기체 분사기가 교번적으로 설치되고, 가스 분사부의 중앙부에 퍼지가스 배출구를 구비하며, 상기 각 단위 기체 분사기는 웨이퍼의 크기에 맞추어 일정한 길이를 가진 막대형의 부재로 형성되며, 길이 방향을 따라 그 중심부에 기체가 분사되는 공간인 분사홀이 형성되고, 각 단위 기체 분사기들은 그 중심부를 축으로 서로 대향되게 설치되고, 제2 반응기체는 반응기의 외부 또는 내부에서 플라즈마 여기된다.
- <73>        본 발명에 따른 ALD 방법의 특징은,
- <74>        제1항의 원자층 증착장치를 이용한 원자층 형성방법에 있어서,
- <75>        박막을 증착하고자 하는 다수개의 웨이퍼를 회전 디스크의 서셉터에 안착시키는 단계와,
- <76>        하우징내의 온도를 조절하여 증착 공정 온도를 유지하는 단계와,
- <77>        상기 회전 디스크부가 가스 분사부와 대응되는 위치로 상하 이동하는 단계와,
- <78>        상기 회전디스크부를 회전시키는 단계와,
- <79>        상기 가스 분사부의 분사구에서 제1 반응기체와 플라즈마에 의해서 여기된 제 2 반응 기체 및 불활성 기체를 분사하여 상기 웨이퍼의 상부 표면에 박막을 증착하는 단계를 구비함에 있다.
- <80>        또한 다른 특징은 상기 회전 디스크부의 회전속도는 5 rpm~100 rpm 로 하고, 하우징 내부의 압력은 10mTorr ~100 Torr, 온도는 25℃ ~ 500℃로 유지하고, 상기 제1 반응기체는 Al, Si, Ti, Ga, Ge, Co, Sr, Y, Zr, Nb, Ru, Ba, La, Hf, Ta, Ir, Pb, Bi, W

소스 및 이들의 혼합물 소스로 이루어지는 군에서 임의로 선택되며, 상기 제2 반응기체는 단원자 박막을 증착하기 위해서 수소 가스, 질화물 박막을 증착하기 위해서  $N_2$ 와  $NH_3$ , 산화물 박막을 증착하기 위해서 산소와  $N_2O$  가스, 탄화물 박막을 증착하기 위해서 메탄, 에탄, 프로판을 포함하며, 웨이퍼에 공급되어지기 전에 플라즈마에 의해서 여기된 상태로 공급되어진다.

<81> 또한 상기 원자층 증착 공정후 인슈트 플라즈마 처리를 실시할 수 있으며, 상기 인슈트 플라즈마 처리를 하기 위해서 사용되어지는 가스는 Ar,  $N_2$ ,  $O_2$  및  $H_2$  로 이루어지는 군에서 임의로 선택되는 하나의 가스를 이용한다.

<82> 또한 상기 원자층 증착 공정전에 플라즈마 여기된 클리닝 가스로 웨이퍼를 클리닝 하는 공정을 포함하거나, 상기 반응기 내부에 증착되어진 박막을 플라즈마 시스템을 사용하여 제거하기 위한 인슈트 클리닝 공정을 포함할 수도 있다.

<83> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명에 따른 반도체 소자 제조용 ALD 및 증착 방법의 적합한 실시 예에 대해 상세히 설명하기로 한다.

<84> <PEALD 장치>

<85> 도 4는 본 발명에 따른 PEALD 장치를 설명하기 위한 개략도로서, 내부에 증착 반응 유도하는 일정 크기의 공간을 확보하는 하우징(100)와, 상기 하우징(100)의 내부에 위치하여 웨이퍼(124)를 수용하는 다수의 서셉터(122)를 수용할 수 있으며, 회전운동하도록 설치되어 있는 회전 디스크부(120)와, 상기 회전 디스크부(120)를 구동시키는 회전 디스크 구동부(124)와, 상기 회전 디스크부(120)의 상부에 위치하도록 하우징(100)의 상부에 안착되고, 반응기체를 가스 분사기인 암들(144, 145, 146)의 분사구(147)를 통하여



균일하게 공급하는 가스 분사부(140)와, 상기 가스 분사부(140)와 연결되어 반응가스들과 퍼지가스를 상기 암들(144,145,146)에 공급하는 가스 공급부(160)와, 하나의 반응가스를 플라즈마 여기 시키는 플라즈마 시스템(180) 및 상기 회전 디스크부(120)의 주위 공간을 통하여 반응챔버(100)의 하부로 가스를 배출시키도록 형성되어있는 가스 배출구(190)로 크게 구성된다.

<86> 도 5는 도 4에서의 회전 디스크의 평면도로서, 상기 회전 디스크부(120)는 상기 가스 분사부(140)의 하부에 위치하며, 웨이퍼(124)를 수용하는 웨이퍼 서셉터(122)를 다수 개, 예를들어 4개를 상부에 고정시킬 수 있는 구조로 되어있다. 즉, 상부면에 다수의 웨이퍼 서셉터(122)를 고정시키고 상기 회전 디스크부(120)의 중심부에 위치하여 회전 디스크부(120)의 상하 이동과 회전 운동을 유도하는 회전 디스크 구동부(126)로 구성되고, 내부에 히터를 구비한다.

<87> 상기 회전 디스크부에서의 디스크 회전은 반응 기체를 웨이퍼 전면에서 고르게 공급하는 역할을 수행하는 것 뿐 아니라, 기존의 플라즈마를 이용한 원자층 증착 장치에 있어서, 다수의 밸브를 이용한 복잡한 동작에 의하여 조절되는 각종 반응 기체의 공급과 반응 후 여분의 기체를 제거하는 과정(Cycle)을 조절하는 역할을 수행하는 것이다.

<88> 도 6은 도 4에서의 가스 분사부의 평면도로서, 2가지 가스를 사용하여 형성되는 박막을 형성하기 위하여 8개의 암을 구비하는 예이다.

<89> 먼저, 하우징(100)의 상부에 안착되어지는 디스크(142) 하부에 총 8개의 기체분사기인 암들이 설치되어있으며, 수직으로 배치된 두 개의 암이 제1반응기체 분사용 암(144)이고, 그와 수직하게 배치된 2개의 암이 제2반응기체 분사용 암(145)이며, 그들의

사이에 위치하는 4개의 암이 퍼지가스 분사용 암(146)이고, 상기 디스크(142)의 중앙 부분에 반응가스들의 혼합을 방지하기 위한 퍼지가스 배출구(149)가 형성되어있다.

<90> 또한 각각의 암들(144,145,146)에는 다수개의 분사구(147)들이 일정 간격 및 크기로 일직선으로 배열되어 형성되어 있으며, 상기 암들(144,145,146)들과 퍼지가스 배출구(149)는 각각 연결관을 통하여 가스 공급부(160)와 연결된다.

<91> 한편, 본 발명의 기체 배출구(149)는 상기 도 4 및 도 5에 도시된 바와 같이, 상기 회전 디스크의 둘레 전체를 따라 형성되어 있으며, 상기 기체 배출구(149)는 반응기체들의 배출과 반응기체들의 균일한 흐름을 유도하는 역할을 한다.

<92> 이러한 PEALD 장치의 상부에 위치한 상기 가스 분사부(140)는 상기 하우징의 상부에 안착되며, 제1 반응기체와 제2 반응기체와 불활성기체를 분사하는 다수의 기체 분사기(도시되지 않음)를 내부에 포함하고 있다.

<93> 상기 가스 분사부(140)는 PEALD 장치의 상단부에 위치하되, 반응기체와 불활성기체를 분사하는 암들(144,145,146)이 디스크(142)에 교번적으로 존재하여 각각의 반응기체의 혼합을 막을 수 있으며, 여분의 반응기체들은 웨이퍼의 상단면에서 효과적으로 제거되도록 하고 있다.

<94> 본 실시 예에서는 8개의 암으로 형성되어 있으며, 제1 반응기체와 제2 반응기체는 그 중심부를 축으로 서로 대향되게 설치되어 있다. 상기 도면에 도시된 바와 같이, 한 개의 각 단위 기체 암은 웨이퍼의 크기에 맞추어 일정한 길이를 가진 막대형의 부재로 형성되어 있다.

- <95> 또한 제2 반응기체를 플라즈마 여기 시키기 위한 플라즈마 시스템(180)은 반응기 외부에 존재한다. 그러나, 제2 반응가스를 플라즈마화 시키기 위해서는 제2 반응가스의 연결 배관에서 제2 반응가스가 플라즈마 시스템(180)을 거쳐 플라즈마화 된 후, 밸브(167)와 제2 반응기체 분사용 암(145)을 거쳐 웨이퍼에 분사된다.
- <96> 여기서 제2반응기체 분사용 암(145)과 웨이퍼의 사이에서 플라즈마를 발생시킬 수도 있다. 또한 상기 암(144,145,146)들은 막대 형상이 아니라 ALD 공정에 적합한 형상, 예를들어 깔대기 형상등으로 형성할 수도 있다.
- <97> 도 7은 본 발명에 ALD 장치의 동작 상태에서의 회전 디스트부와 가스 분사부를 동시에 도시한 개략도이며, 여기서 암들이 웨이퍼의 크기에 맞게 형성되어있으며, 웨이퍼도 공정의 편의성을 위하여 4개가 디스크의 각 분면에 탑재되는 것을 알수 있다.
- <98> 도 4에서의 가스 공급부는 형성하고자하는 박막의 종류에 따라 제1 및 제2 반응기체용기(161,162)와 불활성 가스인 퍼지 가스용기(163)가 구비되고, 각각의 용기에는 유량을 조절하기 위한 밸브들(164,165,166)이 구비되어있으며, 상기 제2 반응기체용기(162)와 가스 분사부(140)의 사이에 플라즈마 시스템(180)이 구비되어있다.
- <99> <PEALD 공정>
- <100> 상기와 같은 본 발명에 따른 ALD 장치를 사용한 공정 순서를 살펴 보면 다음과 같다.
- <101> 도 8은 본 발명에 따른 PEALD 공정의 플로우 차트도이다.
- <102> 먼저, 박막을 증착하고자 하는 웨이퍼를 반응실인 하우징 내부로 이송하여 웨이퍼 서셉터들에 안착시킨다. 이 후 반응실내의 온도를 조절하여 증착 온도를 유지하도록 한

다. 다음 웨이퍼가 안착되어있는 서셉터가 최적의 공정 위치가 되도록 회전디스크부(120)가 이동한 후, 상기 회전 디스크부(120)를 일정 속도로 회전시킨다.

<103> 이후 증착 공정에서 제1 반응기체와, 플라즈마로 여기된 제2 반응기체 및 불활성 기체를 동시에 공급하여 웨이퍼의 상부 표면에 박막을 증착하고, 가스 공급을 중단한 후 퍼지하고 박막 증착이 완료된 웨이퍼는 외부로 이송하여 적재한다. 여기서 상기 회전디스크부(120)의 회전 속도는 1rpm ~ 100rpm 의 범위로 하는 것이 바람직한데, 이는 웨이퍼 상에 증착되는 반응물의 균일한 박막 두께를 얻기 위함이다. 즉, 회전 속도가 너무 빠르면 표화 흡착이 제대로되지 않아 박막의 두께 균일성이 떨어지고, 너무 느리면 박막 증착은 균일해질수 있으나 불필요한 가스의 낭비가 일어나고, 과량의 가스가 옆 웨이퍼에 흡착되어 막질을 저하시키고 반응기를 오염시키는 등의 부작용이 예상된다. 따라서 상기의 반응시에 필요한 하우징 내부의 압력은 수 10 mTorr ~ 100 Torr이며, 온도는 20℃ ~ 500℃로 유지하도록 한다.

<104> 또한 본 발명의 다른 실시예로서, 상기의 PEALD 장치를 사용하여 기판(웨이퍼) 위에 박막을 형성한 후, 인슈트(in-situ)로 플라즈마 처리를 수행할 수도 있다. 이는 박막의 표면 처리 공정으로서, 결함을 줄이고 박질을 향상시킬 수 있으며, 플라즈마 시스템에서 산소, 아르곤, 질소, 수소 등과 같은 가스를 여기시켜 사용한다.

<105> 도 10a 내지 도 10d는 본 발명에 따른 ALD 공정중의 회전 디스크부의 평면도이며, 도 9는 제1 웨이퍼의 공정 순서에 따른 가스 유량 그래프도이다.

<106> 상기 회전 디스크부(120) 상에 웨이퍼(124a,124b,124c,124d) 4개를 각각 탑재시키고, 각 암들을 통하여 가스들을 분사하며, 공정을 진행하며, 빗금으로 표시된 제1웨이퍼(124a)를 기준으로 하여 공정을 설명한다.

- <107>        먼저, 탑재가 완료된 상태의 회전 디스크부(120)는 각도가 0도에 위치하며, 이때 제1 웨이퍼(124a)와 제3 웨이퍼(124c)는 각각 제1 반응기체 분사기가 위치한 곳에 위치하므로 제1 반응기체와 반응하게 된다. (도 10a 참조).
- <108>        상기 회전 디스크부(120)가 각도 0도의 위치에서 시계방향으로 돌아서 45도 위치에 도달하게 되면, 제1 및 제3 웨이퍼(124a, 124b)는 불활성 가스에 의해 상부의 과잉 제1 반응기체가 제거된다. (도 10b 참조).
- <109>        다시 회전 디스크부(120)가 45도의 위치에서 시계방향으로 돌아 90도의 위치에 도달하면, 상기 제1 및 제3 웨이퍼(124a, 124b)는 제 2 반응기체 분사기가 위치해 있는 곳에 위치하므로 플라즈마에 의해서 여기된 제2 반응기체와 반응을 하게 된다. (도 10c 참조).
- <110>        상기 회전 디스크(120)가 90도의 위치에서 시계방향으로 다시 돌아 135도의 위치에 도달하게 되면, 제 1 , 3 웨이퍼(124a, 124b)는 불활성 기체에 의해 그 상부의 과잉 제 2 반응기체는 제거된다. (도 10d 참조).
- <111>        이와 같은 방식으로 회전 디스크가 회전함에 따라 제1 반응기체와 플라즈마에 의해서 여기되어진 제2 반응기체가 웨이퍼상에 교번적으로 공급되어진다.
- <112>        또한, 제 2 웨이퍼 및 제 4 웨이퍼도 상기 제 1 웨이퍼와 마찬가지로 동일한 방식으로 웨이퍼 상에 제1 반응기체 및 플라즈마에 의해서 여기된 제2 반응기체가 교번적으로 공급되어진다.

- <113>       상기와 같은 방식으로 각 웨이퍼가 135도 회전을 하게 되면 원자층 증착방법에서 한 사이클을 구현하게 되며, 상기 사이클의 반복함으로써 웨이퍼 상에 원하는 두께의 박막을 증착할 수 있는 것이다.
- <114>       본 발명은 디스크의 회전 속도와 가스량 및 싸이클 수를 조절하여 PEALD 방법으로 두께를 미세하게 조절할 수 있는 박막을 안정적으로 균일한 박막을 얻을 수 있다.
- <115>       또한 상기 박막 증착 공정전단계에서 웨이퍼를 회전 디스크부에 탑재한 후, 플라스마로 여기된 클리닝 가스로 반응기 내부로 이송하여 웨이퍼 위에 존재하는 파티클 또는 이물질 제거하는 클리닝 공정을 실시할 수도 있으며, 웨이퍼가 제거된 상태에서 플라스마로 여기된 클리닝 가스로 반응기 내부로 이송하여 인슈트 클리닝 공정을 실시할 수도 있다.
- <116>       상기 본 발명에 따른 PEALD는 ALD 박막 공정시에 가스를 동시에 공급하므로 기체의 확산에 의해서 약간의 제 1 반응 기체와 플라스마로 여기된 제 2 반응 기체가 혼합되어 기체 반응을 일으킬 수 있다. 따라서 기체 끼리의 반응을 최대한 억제하고, 표면 반응에 의해서 원자층 단위로 박막을 증착시키기 위해서, 제 2 반응 기체가 일정한 영역에서만 에너지를 가지게 하기 위해서 전자 샤워기를 설치할 수도 있다.
- <117>       도 11 및 도 12는 본 발명의 다른 실시예를 설명하기 위한 도면들로서, 서로 연관시켜 설명한다.
- <118>       먼저, 상기 디스크(142)의 제2 반응기체 분사용 암(145)들의 양측에 전자 샤워기(150)의 전자 샤워용 암(152)가 설치되어있고, 상기 전자 샤워용 암(152)들에는 일정간

격으로 일정한 크기의 전자 배출구(154)들이 형성되어있으며, 상기 전자 샤워용 암(152)은 외부의 전자 발생기(156)과 연결되어 있다.

<119> 여기서 상기 전자샤워기(150)의 전자 배출구(154)에서 박막 형성 중에 계속해서 전자를 방출하여, 플라즈마 여기된 제 2 반응 기체가 제 1 반응 기체와 혼합되기 이전에 제2 반응기체를 중성자로 만들어 버린다. 이렇게 에너지를 잃은 제2 반응기체는 제1 반응기체와 혼합되어도 기체 반응이 일어나지 않아 기체 반응이 억제된 상태에서 원자충 박막을 구현할 수 있게 된다.

<120> <PEALD 실시예>

<121> 본 실시 예에서는 PEALD 장치로 구현할 수 있는 공정의 구체적인 예로서, 탄화물 박막 증착, 질화물 박막 증착, 산화물 박막 증착 및 단원소 박막 증착의 예가 있다.

<122> 여기서 제1 반응기체로 사용되어지는 물질은 Al, Si, Ti, Ga, Ge, Co, Sr, Y, Zr, Nb, Ru, Ba, La, Hf, Ta, Ir, Pb, Bi, W 소스 또는 이들의 혼합물 소스 등이 있으며, 제2 반응기체로 사용되어지는 물질은 형성되어지는 박막이 단원소, 탄화물, 질화물, 산화물의 종류에 따라서 달라지게 된다.

<123> 1. 단원소 박막 증착 방법.

<124> 단원소 박막을 증착하는 경우에는 제2 반응기체로서 수소를 사용하게 되며, 플라즈마에 의해서 활성화된 수소 가스가 웨이퍼 표면에 흡착되어있는 제1 반응기체를 환원시켜 단원소의 물질 원자충이 증착된다.

<125> 2. 산화물 박막 증착 방법.

<126> 산화물 박막을 증착하는 경우에는 제2 반응기체로서 산소, N<sub>2</sub>O 또는 이들의 혼합물의 가스를 플라즈마 상태로 여기시켜 웨이퍼에 공급하고, 공급되어진 제2 반응기체들은 웨이퍼 표면에 흡착되어있는 제1 반응기체를 산화막으로 치환시켜 산화물 박막이 형성된다.

<127> 3. 질화물 박막을 형성 방법

<128> 질화물 박막을 증착하는 경우에는 제2 반응기체로서 질소 또는 암모니아를 플라즈마 상태로 여기시켜 웨이퍼 위에 공급하며, 공급되어진 제2 반응기체들은 웨이퍼 표면에 흡착되어있는 제1 반응기체를 질화막으로 치환시켜 질화물 박막이 형성된다.

<129> 4. 탄화물 박막을 형성하는 방법

<130> 탄화물 박막을 증착하는 경우에는 제2 반응기체로서 메탄, 에탄, 프로판 등의 탄화수소를 플라즈마 상태로 여기시켜 웨이퍼 위에 공급하고, 공급되어진 제2 반응기체들은 웨이퍼 표면에 흡착되어있는 제1 반응기체를 탄화막으로 치환시켜 탄화물 박막이 형성된다.

<131> 5. 3성분계 박막을 형성하는 방법

<132> 3성분계 박막을 증착시킬 경우에는 앞서의 8개 암을 가진 가스 분사부가 아니라 제1 기체 분사기, 제2 기체 분사기, 제 3 기체 분사기 및 불활성 기체 분사기가 교번적으로 설치된 가스분사부를 준비하여 실시할 수 있다. 상기 3 성분계 박막을 증착시키기 위해서, 제1 반응기체와 제3 반응기체로서, Al, Si, Ti, Ga, Ge, Co, Sr, Y, Zr, Nb, Ru, Ba, La, Hf, Ta, Ir, Pb, Bi, W 소스 또는 이들의 혼합물 소스 등이 사용되어지며, 제2 반응기체는 플라즈마를 여기된 기체를 사용한다.



<133>        상기의 제 2 반응 기체로 사용되어지는 가스가 플라즈마 상태를 안정하게 유지하기 위해서 제 2 반응 기체가 공급되어질 때, He, N<sub>2</sub>, Ar 가스 중 하나 이상을 더욱 혼합시켜 주입할 수도 있다.

<134>        이와 같이 실시예에 의한 방법은 제 1 반응 기체와 플라즈마에 의해서 여기되어진 제 2 반응 기체가 원자층 박막 증착 공정 중에 항상 일정한 가스량이 공급되어지고, 디스크 회전에 의해서 제 1 반응 기체 → 퍼지 가스 → 플라즈마에 의해서 여기되어진 제 2 반응 기체 → 퍼지 가스 → 제3 반응기체 → 퍼지가스의 스텝이 웨이퍼의 표면에서 수행되어 질 수 있게 되어진다.

#### 【발명의 효과】

<135>        이상에서 설명한 바와 같이, 본 발명에 따른 PEALD는, 가스 공급 라인상의 밸브를 제어하는 것이 아니라 다수개의 가스 분사기를 빗살모양으로 배치하고 그 하부에 위치하는 웨이퍼가 안착된 디스크를 회전시키면서 동시에 반응기체를 공급하도록 하였으므로, 회전 속도에 의한 박막 증착 공정의 사이클 반복 횟수를 조절하여 종래의 밸브 제어 수단을 통해 박막을 증착하는 원자층 증착 장치에 있어서의 밸브의 수명 단축에 따라 발생하는 비용 증가 및 시스템의 불안정성과 박막 두께 조절의 어려움을 해결하고 박막의 막질도 향상시킬 수 있는 이점이 있다.

<136>        또한 본 발명의 반응기에 의하면, 각각의 반응 기체와 퍼지 기체가 공정 중에는 일정한 속도를 가지고 정확한 유량을 제어하게 함으로서 공정의 안정성을 확보할 수 있다.

- <137> 또한, 원자층 증착 공정을 수행하는 동안에 모든 반응 기체를 동시에 공급함으로써 종래의 밸브 제어 수단에 의해서 순차적인 기체 공급시 압력이 변화하여 공정의 안정성이 감소하는 문제점을 해결할 수가 있다.
- <138> 또한, 원자층 증착 공정을 수행하는 동안에 모든 반응 기체를 동시에 공급함으로써 밸브의 단점, 즉, 밸브 작동 속도의 한계와 밸브 작동 중에 발생되어지는 속도 지연으로 인하여 발생되어지는 공정 시간 증가를 줄임으로써, 공정 속도 증가를 확보할 수가 있다.
- <139> 또한 본 발명의 반응기에 의하면, 원자층 증착 공정을 수행하는 동안에 제 2 반응 기체를 플라즈마를 연속해서 발생시킴으로서 종래의 반복적인 플라즈마 시스템의 파워의 on /off에 의해서 발생되어지는 플라즈마 시스템의 수명 단축과 시스템의 불안정성 등의 문제점을 해결할 수가 있다.
- <140> 또한 본 발명의 반응기에 의하면, 여러 장의 웨이퍼를 동시에 박막 형성 공정을 수행함으로써 종래의 낮은 생산성을 가지고 있는 원자층 증착 방법의 문제점을 해결할 수가 있다.
- <141> 또한 공정이 완료된 웨이퍼를 인슈트 플라즈마 처리를 수행함으로써, 원자층으로 증착되어진 박막의 물성을 향상시킬 수가 있다.

**【특허청구범위】****【청구항 1】**

증착반응이 이루어지도록 내부에 반응실이 형성되는 하우징과,

상기 하우징 내부에 설치되어 웨이퍼가 수용된 다수의 서셉터를 상부에 안착시켜 이동시키는 회전 디스크부와,

상기 회전 디스크부의 상부에 위치하며 하우징의 상부에 안착되며, 원형 디스크의 하부에 제1 반응기체 분사기와 제2 반응기체 분사기 및 불활성 기체 분사기가 설치되어 상기 하우징내로 가스를 분사시키는 가스 분사부와,

상기 기체분사부와 연결되어 제1 및 제2반응기체와 퍼지가스를 공급하는 가스 공급부와,

상기 회전 디스크부의 주위에 형성되어 있는 기체 배출구와,

상기 제2 반응기체를 플라즈마 시킬 수 있는 플라즈마 발생기를 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 유도 원자층 증착 장치.

**【청구항 2】**

제 1 항에 있어서,

상기 가스분사부는 반응기체 분사기와 불활성 기체 분사기가 교번적으로 설치되고, 가스 분사부의 중앙부에 퍼지가스 배출구가 구비되어 있는 것을 특징으로 하는 플라즈마 유도 원자층 증착 장치.

**【청구항 3】**

제 1 항에 있어서,

상기 각 단위 기체 분사기는 웨이퍼의 크기에 맞추어 일정한 길이를 가진 막대형의 부재로 형성되며, 길이 방향을 따라 그 중심부에 기체가 분사되는 공간인 분사구가 형성되고, 각 단위 기체 분사기들은 그 중심부를 축으로 서로 대향되게 설치된 것을 특징으로 하는 플라즈마 유도 원자층 증착 장치.

**【청구항 4】**

제 1 항에 있어서,

제 2 반응 기체를 반응기의 외부에서 플라즈마 여기시키거나, 반응기의 내부에서 플라즈마를 발생시키는 방법 중 어느 하나를 사용하는 것을 특징으로하는 플라즈마 유도 원자층 증착 장치.

**【청구항 5】**

제 1 항에 있어서,

상기의 기체 공급부의 제 2 기체 분사기를 중심으로 좌측과 우측에 전자 샤워기를 포함하는 플라즈마를 이용한 원자층 증착 장치.

**【청구항 6】**

제 1 항의 원자층 증착장치를 이용한 원자층 형성방법에 있어서,

박막을 증착하고자 하는 다수개의 웨이퍼를 회전 디스크의 서셉터에 안착시키는 단계와,

하우징내의 온도를 조절하여 증착 공정 온도를 유지하는 단계와,

상기 회전 디스크부가 가스 분사부와 대응되는 위치로 상하 이동하는 단계와,

상기 회전디스크부를 회전시키는 단계와,

상기 가스 분사부의 분사구에서 제1 반응기체와 플라즈마에 의해서 여기된 제 2 반응 기체 및 불활성 기체를 분사하여 상기 웨이퍼의 상부 표면에 박막을 증착하는 단계를 구비하는 플라즈마 유도 원자층 증착 방법.

**【청구항 7】**

제 6 항에 있어서,

상기 회전 디스크부의 회전속도는 5 rpm~100 rpm 로 하고, 하우징 내부의 압력은 10mTorr ~100 Torr, 온도는 25℃ ~ 500℃로 유지하는 것을 특징으로 하는 플라즈마를 이용한 플라즈마 유도 원자층 증착 방법.

**【청구항 8】**

제 6 항에 있어서,

상기 제1 반응기체는 Al, Si, Ti, Ga, Ge, Co, Sr, Y, Zr, Nb, Ru, Ba, La, Hf, Ta, Ir, Pb, Bi, W 소스 및 이들의 혼합물 소스로 이루어지는 군에서 임의로 선택되는 하나를 사용하는 플라즈마를 이용한 원자층 증착 방법.

**【청구항 9】**

제 6 항에 있어서,

상기 제2 반응기체는 단원자 박막을 증착하기 위해서 수소 가스, 질화물 박막을 증착하기 위해서 N<sub>2</sub>와 NH<sub>3</sub>, 산화물 박막을 증착하기 위해서 산소와 N<sub>2</sub>O 가스, 탄화물 박막을 증착하기 위해서 메탄, 에탄, 프로판을 포함하며, 웨이퍼에 공급되어지기 전에 플라즈마에 의해서 여기된 상태로 공급되어지는 것을 특징으로하는 플라즈마 유도 원자층 증착 방법

**【청구항 10】**

제 6 항에 있어서,

상기 원자층 증착 공정후 인슈트 플라즈마 처리를 실시하는 것을 특징으로 플라즈마 유도 원자층 증착 방법.

**【청구항 11】**

제 10 항에 있어서,

상기 인슈트 플라즈마 처리를 하기 위해서 사용되어지는 가스는 Ar, N<sub>2</sub>, O<sub>2</sub> 및 H<sub>2</sub>로 이루어지는 군에서 임의로 선택되는 하나의 가스를 이용하는 것을 특징으로하는 플라즈마 유도 원자층 증착 방법.

**【청구항 12】**

제 7 항에 있어서,

상기 원자층 증착 공정전에 웨이퍼 위에 존재하는 파티클 또는 이물질을 제거하기 위해서 플라즈마로 여기된 클리닝 가스로 웨이퍼를 클리닝하는 공정을 포함하는 것을 특징으로 플라즈마 유도 원자층 증착 방법.

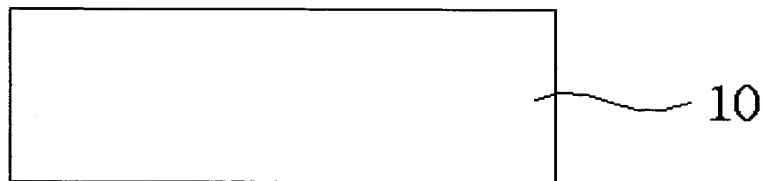
**【청구항 13】**

제 7 항에 있어서,

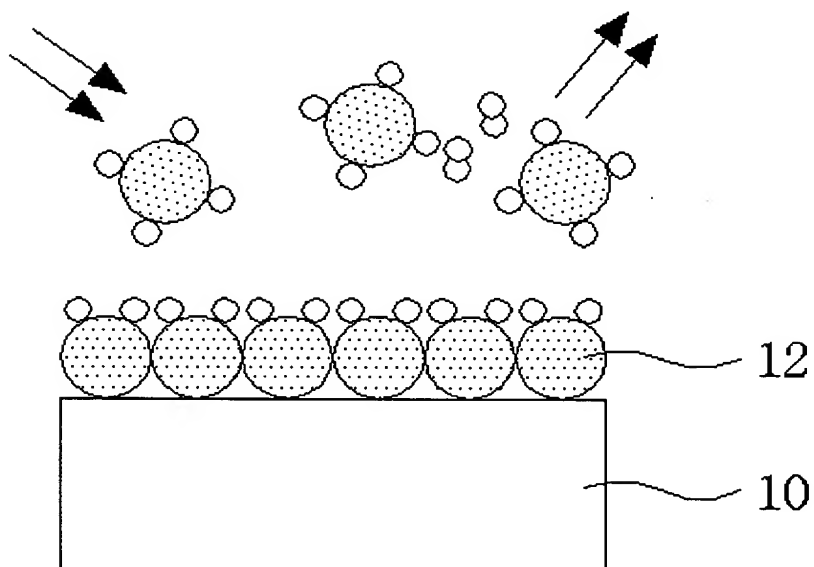
상기 플라즈마 시스템을 사용하여 반응기 내부에 증착되어진 박막을 제거하기 위한 인슈트 클리닝 공정을 포함하는 것을 특징으로 하는 플라즈마 유도 원자층 증착 방법.

【도면】

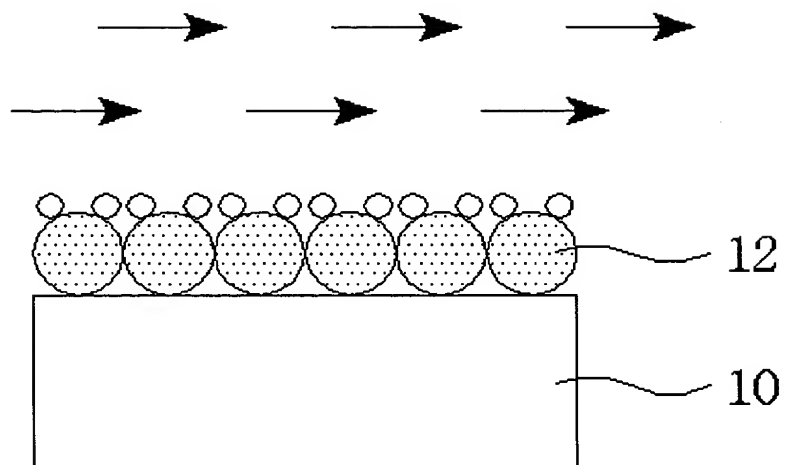
【도 1a】



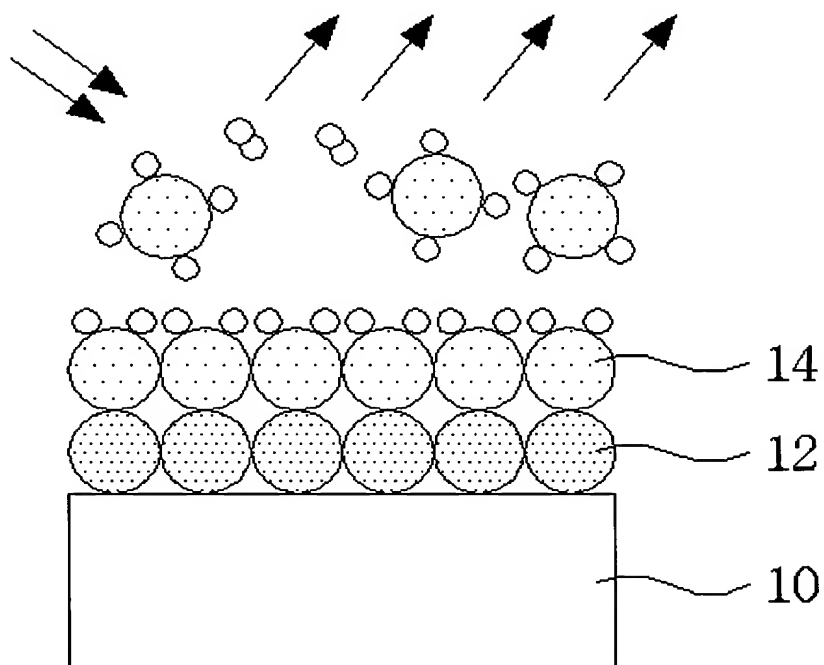
【도 1b】



【도 1c】

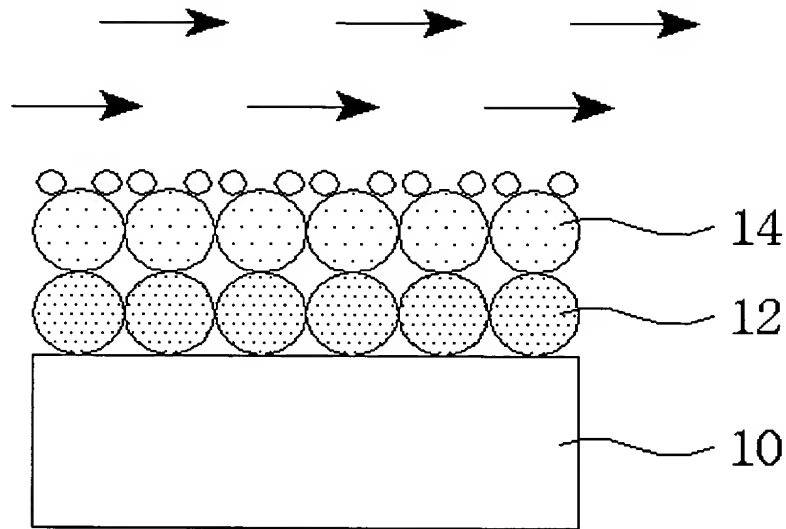


【도 1d】

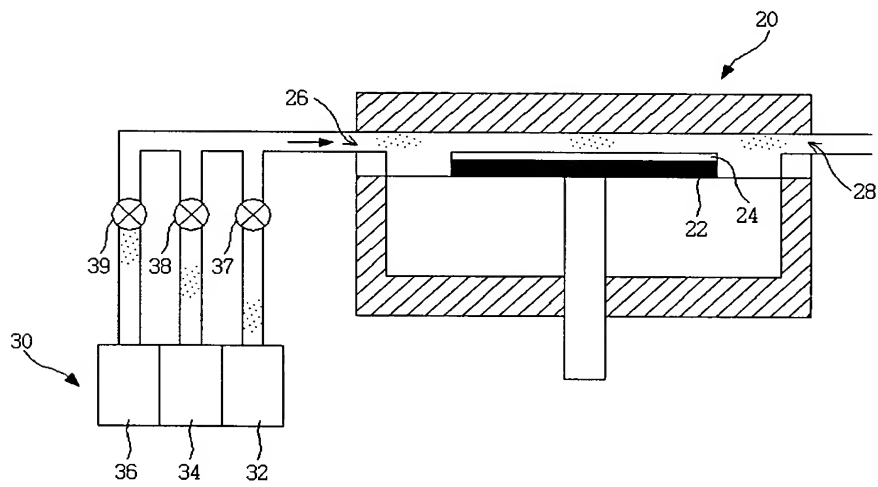




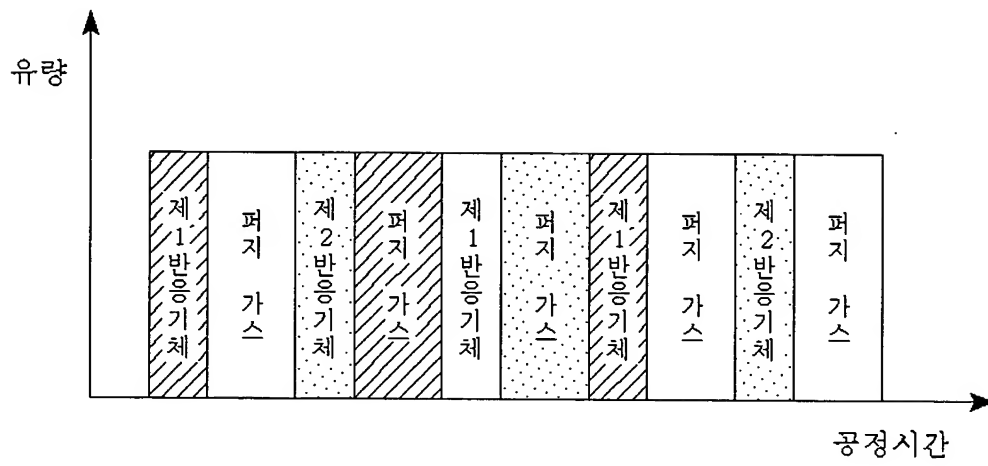
【도 1e】



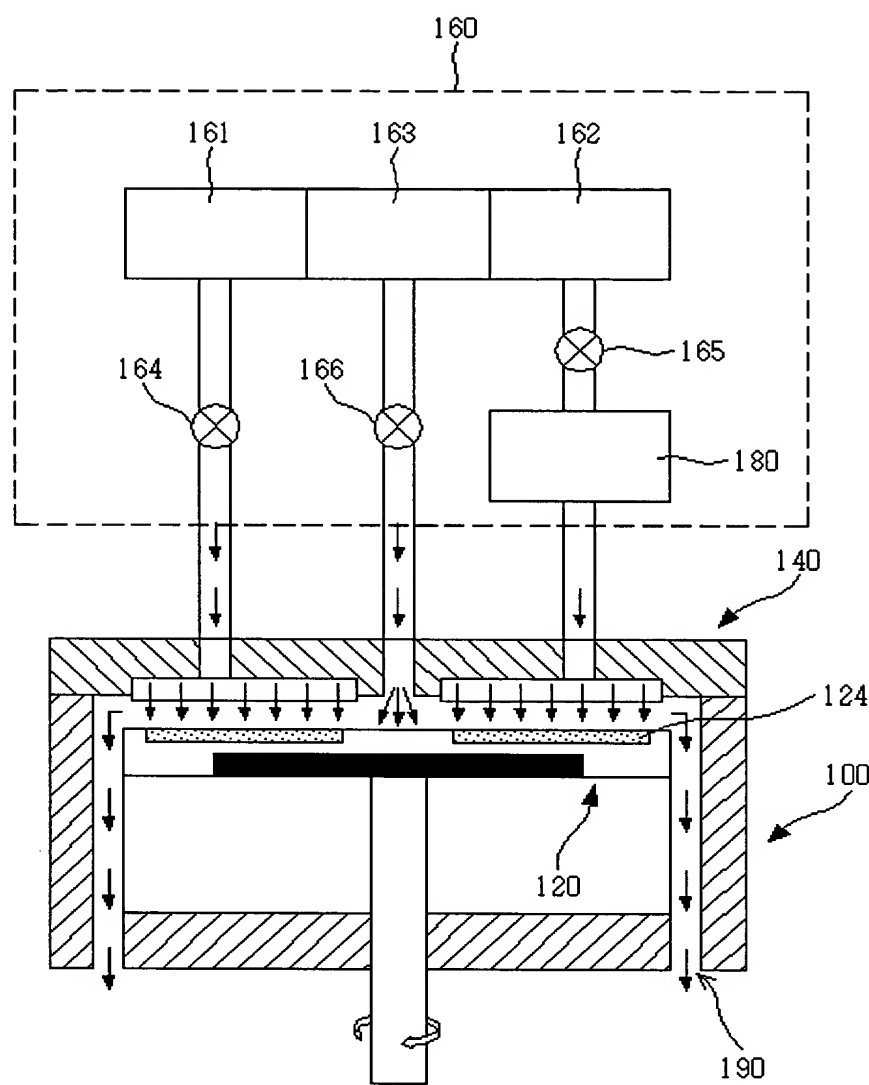
【도 2】



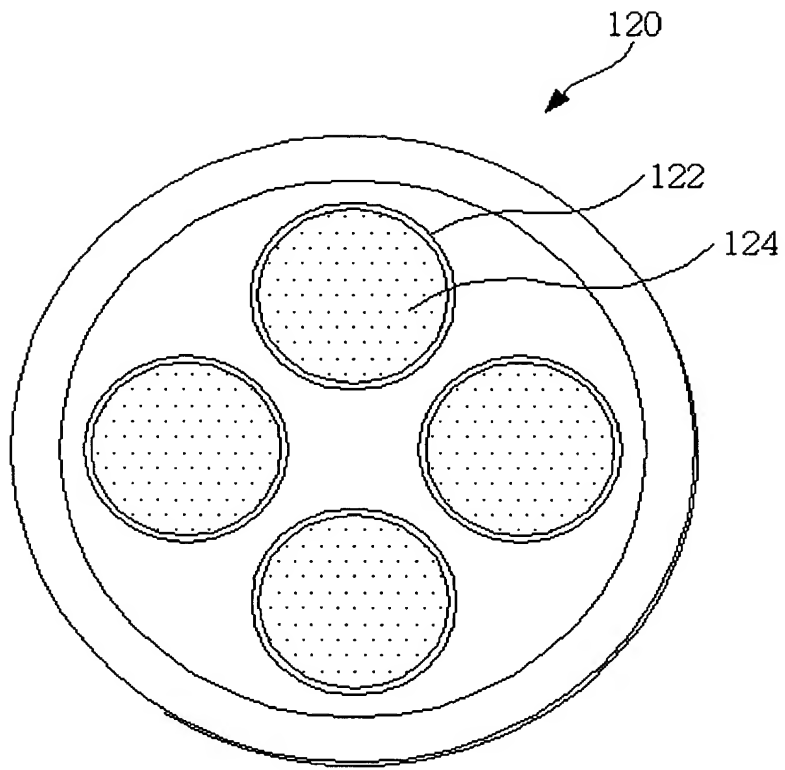
【도 3】



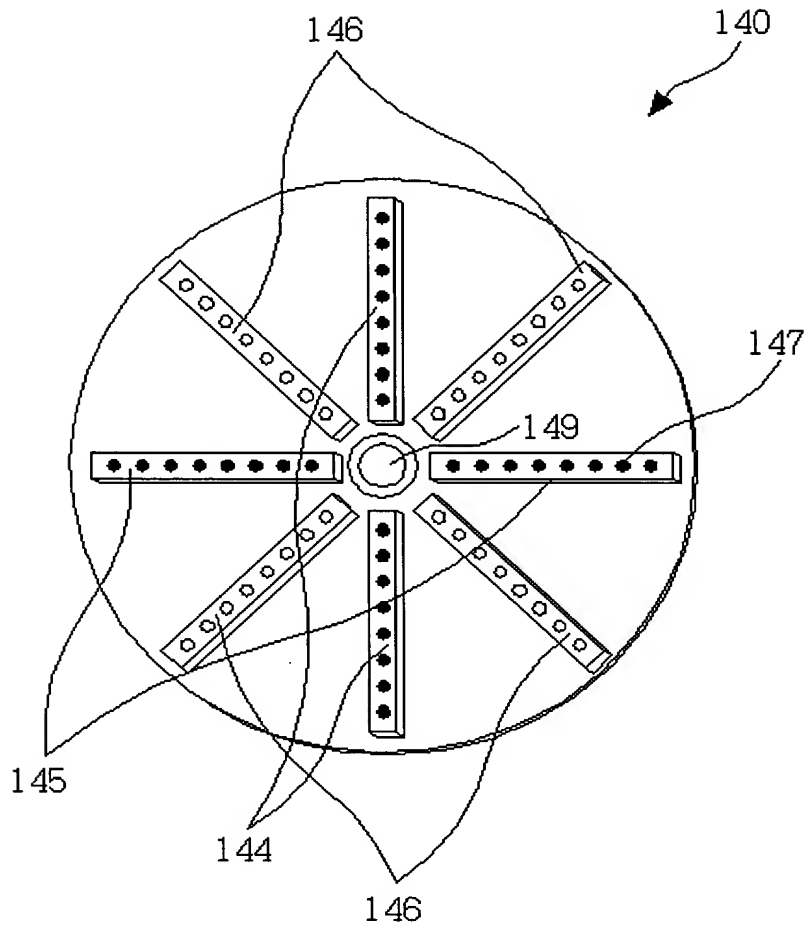
【도 4】



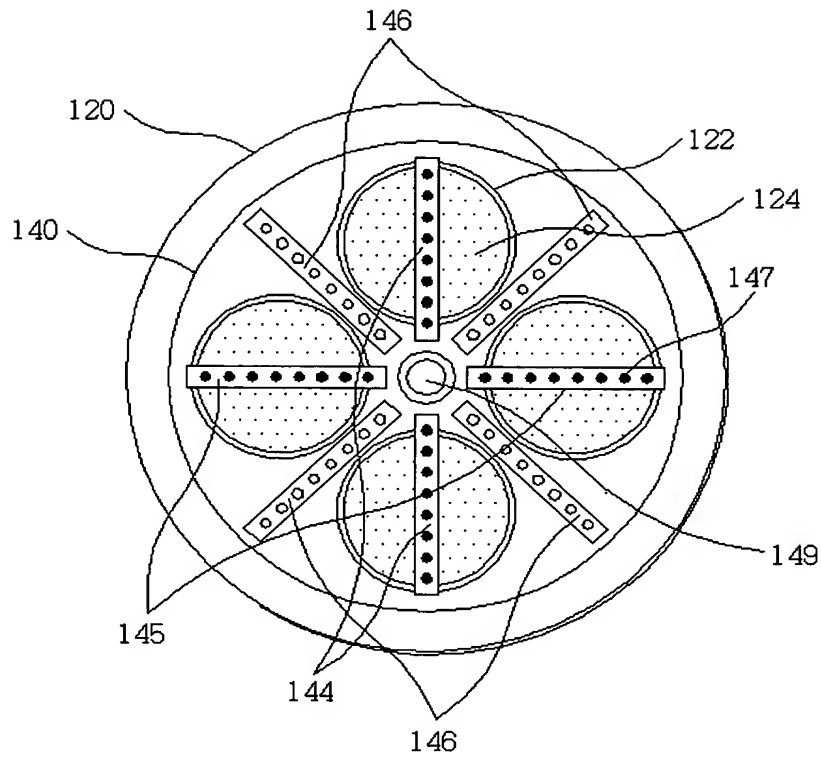
【도 5】



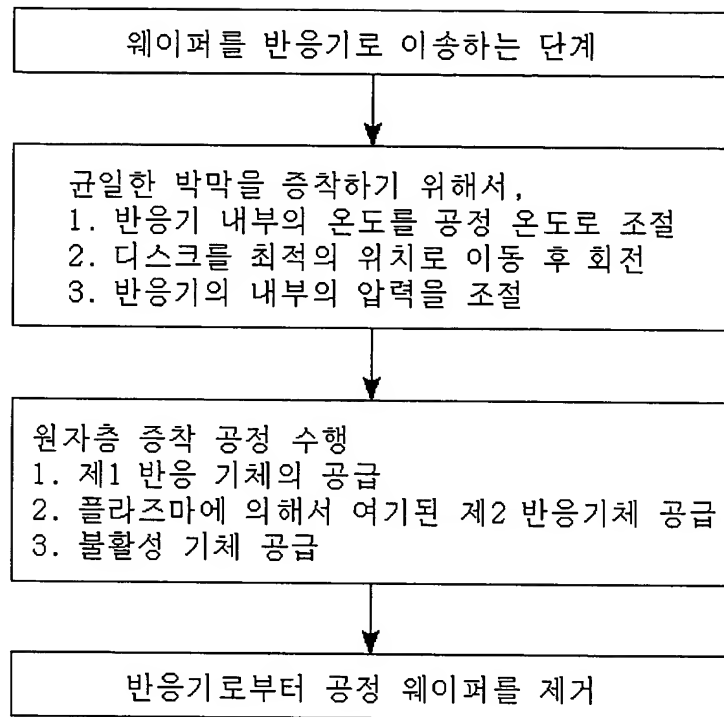
【도 6】



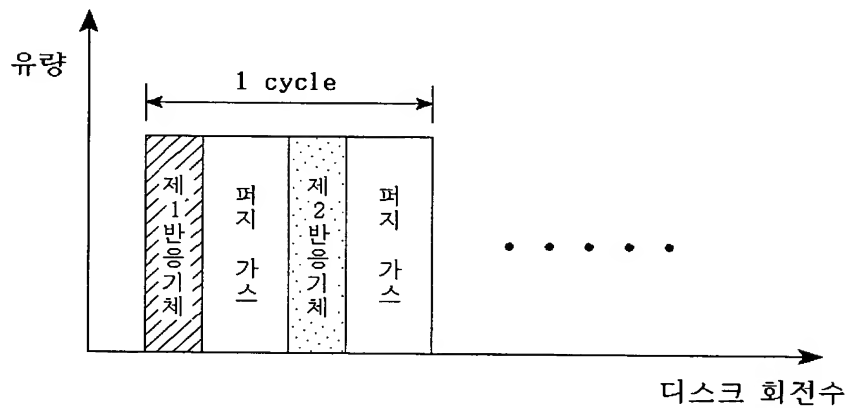
【도 7】



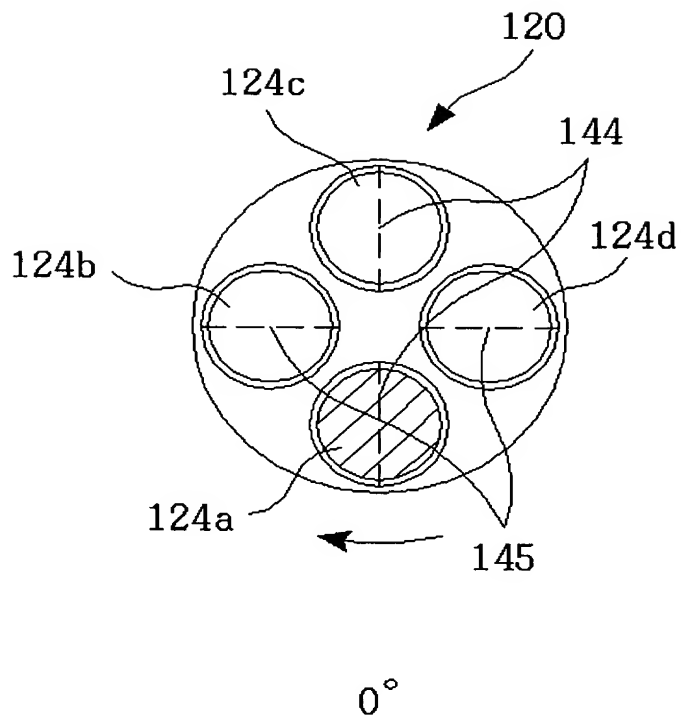
【도 8】



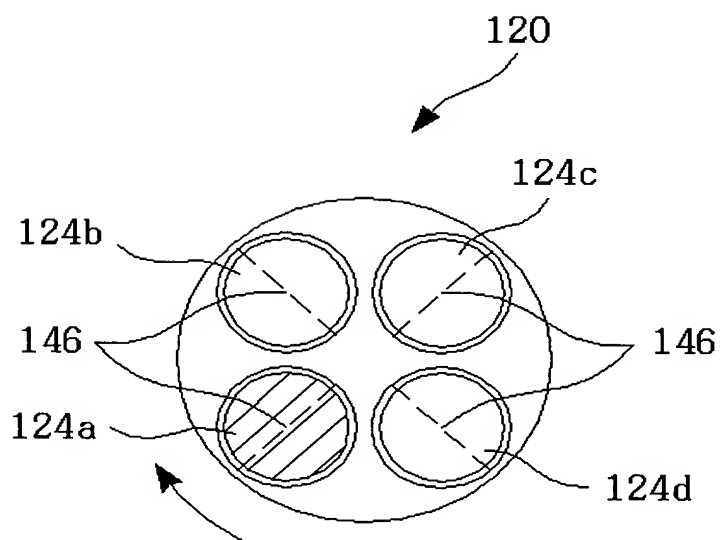
【도 9】



【도 10a】

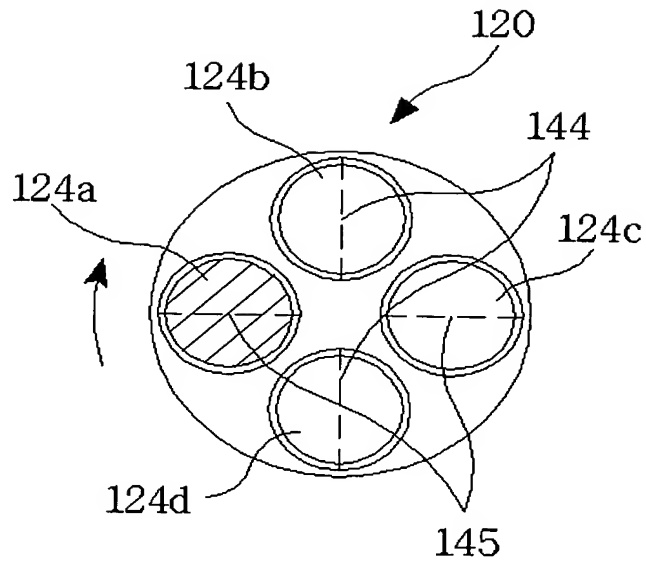


【도 10b】



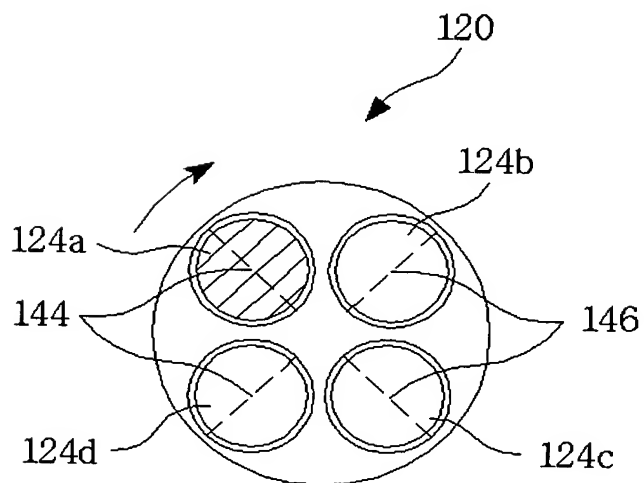


【도 10c】

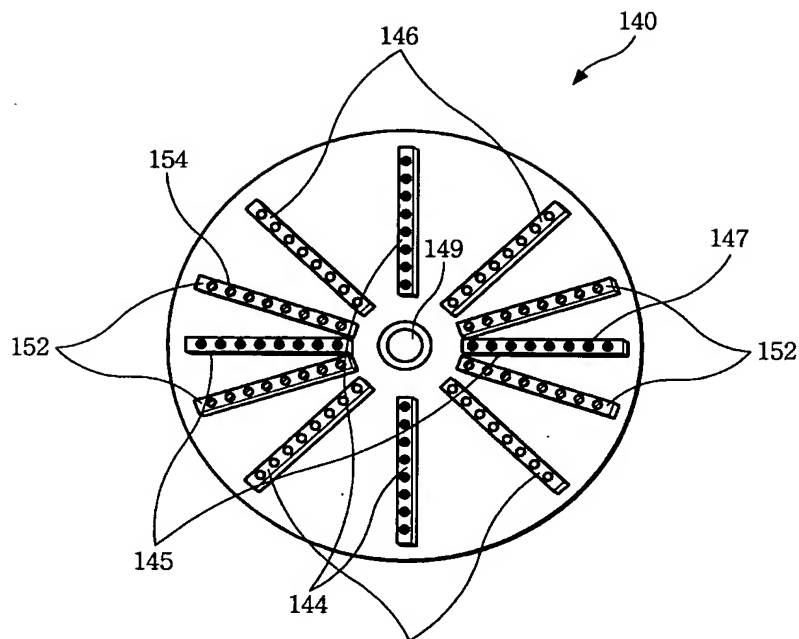


90°

【도 10d】



【도 11】



【도 12】

